5/11

MP3, een internationale standaard voor audio-compressie

Inhoud

5/11.1
Het principe van MP3

Inleiding

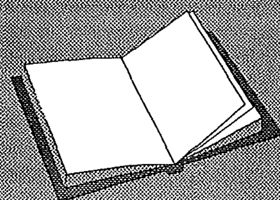
De lineaire tijd is voorbij!
Sinds de introductie van de Audio-CD is er heel wat veranderd in de manier waarop analoge audio-gegevens gedigitaliseerd worden. Audio-CD werkte (en werk uiteraard nog steeds) met wat genoemd wordt ***lineaire quantisatie.*** De grootte van het analoge audio-signaal wordt 44.100 keer per seconde omgezet in twee 16 bit brede digitale codes: een voor het linker kanaal en een voor het rechter kanaal. Het maakt hierbij niet uit hoe groot de waarde van het analoge monstertje is. Zelfs als er één seconde absolute stilte in het signaal aanwezig is, zal de lineaire quantisering tóch 44.100 keer 2 x "L-L-L-L-L-L-L-L-L-L-L-L-L-L-L-L" genereren. Dat levert het mooie digitale patroon op van 1.411.200 nulletjes, oftewel een bit-rate van 1,411 Mb/s, waar in feite absoluut geen nuttige informatie in verpakt zit.
Het Audio-CD systeem is zo ontworpen, dat deze bit-rate gemakkelijk uitgelezen kan worden door de CD-speler. Dan maakt dergelijke bit-verslindende digitale codering weinig uit. Na de Audio-CD zijn er echter tal van systemen ontwikkeld, waarbij het ook noodzakelijk is analoge audio-gegevens digitaal te coderen en waar men niet zo ruim in de jas zit. Denk hierbij aan:

- het DCC-systeem van Philips;
- de mini-disc van Sony;
- het CD-I systeem van Philips;
- het internationaal gestandaardiseerd Video-CD systeem;
- het internationaal gestandaardiseerde DVD-systeem.

Bij al deze systemen bestaat de noodzaak audio in Audio-CD kwaliteit digitaal te coderen, maar heeft men geen ruimte om alleen aan het geluid een bit-rate van 1,411 Mb/s te besteden.
Al deze systemen konden tot stand komen doordat in diverse laboratoria ter wereld heel wat tijd en energie is besteed aan het ontwikkelen van systemen, waarmee men geluid op een heel wat economischer manier digitaal kan coderen. Begrippen die werden geïntroduceerd zijn onder andere:

- PASC;
- Drempelwaarden van het menselijk gehoor;

LEES OOK:
Hoofdstuk 3/20.11
Hoofdstuk 5/7.3
Hoofdstuk 5/8.1
Hoofdstuk 5/11.2
Hoofdstuk 5/17.2



- Adaptive bit allocation;
- Re-allocation;
- Discrete cosinus transformatie;
- Run length codering;
- Entropie-codering;
- Redundacy-codering;
- MPEG-1 Layer-1;
- MPEG-2.

Al deze systemen, principes en wiskundige algoritmen dragen er ieder op hun manier toe bij om de omvang van digitaal gecodeerd stereofonisch geluid te reduceren.

MP3

Het Duitse "Fraunhofer Institut" heeft al die systemen en algoritmen verenigd en hiermee de MP3-standaard ontwikkeld. In het kort komt het er op neer dat, door gebruik te maken van zeer ingewikkelde compressie-algoritmen, men in staat is audio te verzenden met een bitrate tussen 8 kb/s (laagste kwaliteit) en 128 kb/s (hoogste kwaliteit). Daardoor kan men audio-streams in "real time" via bijvoorbeeld het Internet versturen en de gegevens met geschikte software in "real time" afspelen. Men moet dus niet wachten tot het volledig audio-bestand binnen is, maar kan de stream beluisteren op het moment dat de gegevens binnen komen. Het opslaan van audio-gegevens in het MP3-formaat heeft heel veel toepassingen.
Naast het verwerken van "real time" audio in Internet-producties kan men het zeer economische formaat natuurlijk ook gebruiken om grote hoeveelheden audiodata op een harde schijf te archiveren en van daaruit af te spelen. Te denken valt hierbij aan gesproken handleidingen, muziek bij een voordracht, teksten bij een rondleiding, kleine stukjes audio die bij een theaterproductie worden ingezet, etc.

Het compressie-principe

Inleiding

De diverse principes die worden gebruikt bij het comprimeren van MP3-audio zijn in diverse hoofdstukken in dit naslagwerk in detail behandeld (zie de "Lees ook"-verwijzingen). Voor de volledigheid wordt hier in het kort het gehele procédé nog eens samengevat.

De drempelwaarde van het menselijke gehoor

Het menselijke gehoor is frequentieselectief gevoelig. Dat betekent dat de gevoeligheidscurve van het menselijk gehoor niet lineair is. Men kan een "threshold" opstellen, een lijn die aangeeft waar, voor iedere frequentie, de drempelwaarde van het oor ligt. Het is niet noodzakelijk dergelijke geluiden te coderen.

Invoeren van sub-banden

In de praktijk is het uiteraard onmogelijk om het threshold-proces voor "iedere frequentie" uit te voeren. Vandaar wordt het frequentiebereik van het audiosignaal in 32 sub-bandjes ingedeeld, die ieder vrij smal zijn. Nadien berekent het MP3-algoritme voor iedere sub-band de verhouding tussen het actuele signaalniveau en de vast ingeprogrammeerde threshold van deze band. Ligt de amplitude-inhoud van een sub-bandje onder de gehoordrempel, dan wordt de inhoud van dat bandje niet gecodeerd.

Het maskeereffect van het menselijke gehoor

Het menselijke gehoor vertoont een bepaald maskeereffect. Een sterk signaal kan een in frequentie vlakbij gelegen zwakker signaal maskeren, het gehoor zal

11.1 Het principe van MP3

dat tweede signaal niet waarnemen, ondanks dat de amplitude boven de gehoordrempel ligt. Een tweede maskeereffect ontstaat in de tijd. Als een zacht geluid een paar milliseconde eerder door een hard geluid is voorafgegaan, dan zal het zachte geluid niet waarneembaar zijn. Het MP3-algoritme houdt rekening met deze twee maskeereffecten. De software voert een continue analyse uit van het amplitudeverloop in ieder van de sub-bandjes, vergelijkt de gegevens van een sub-band met de analyses van de aangrenzende subbandjes en analyseert bovendien het amplitudeverloop in functie van de tijd.

Adaptive bit allocation

Alles dat boven de gehoor- en maskeerdrempels ligt wordt vervolgens digitaal verwerkt. MP3 werkt met een zogenoemde *"floating point quantisering"*.
Dit is een dynamisch proces, waarbij MP3 alleen zoveel bits aan een monster toewijst als nodig voor het quantiseren van het monster. Voor het ene monster kan dat noodzakelijke aantal bits bijvoorbeeld 19 bedragen, voor een volgend monster kan het echter best zijn dat 4 bits volstaan. De bits van ieder monster worden ingedeeld in twee groepen. Een aantal bepaalt een zogenoemde schaalfactor, de overige bits staan ter beschikking voor de quantisering van het monster. Zo zal het dus maar zelden voorkomen dat MP3 de 16 standaard bits van CD-Audio of WAV nodig heeft om één sample te quantiseren, hetgeen een aanzienlijke codereductie tot gevolg heeft.

Middeling van het gemiddelde niveau

De digitale codes van diverse opeenvolgende monsters worden vervolgens in een zogenoemd *"raam"* samengevoegd. Het procédé berekent van een reeks opeenvolgende samples een gemiddelde waarde en nadien de afwijking van de individuele samples in een raam ten opzichte van de gemiddelde waarde. Hiervoor volstaan in de meeste gevallen drie bits.

Discrete cosinus transformatie

Een volgende stap in de reductie van de hoeveelheid data wordt bereikt door beroep te doen op DCT oftewel "Discrete Cosinus Transformatie". DCT is een proces, waarbij een zogenoemd "tweedimensioneel continu amplitudeverloop" kan omgezet worden in een zogenoemd "ruimtelijk discreet frequentiespectrum". Een aantal bytes van de data-stroom wordt opgenomen in een matrix. In ieder hokje van de matrix staat één byte en de getalletjes in de hokjes geven de waarde van de bytes in normale decimale getallen weer. Het amplitude-verloop binnen een dergelijke matrix vertoont een golving, omdat de bytes uiteraard niet allemaal dezelfde waarde hebben. Een dergelijk verloop kan nu, door middel van de wiskundige theorie die "discrete cosinus transformatie" heet, worden omgezet in een coëfficiëntenmatrix.
Deze getallen stellen nu géén decimale inhouden van de bytes meer voor, maar wiskundige coëfficiënten die het verloop in de "golving" van de amplitude van de bytes op een bepaalde manier beschrijven. Het grote voordeel van de "DCT" is dat er een heleboel coëfficiënten harmonischen zijn die een erg kleine waarde hebben. In feite zit de belangrijkste informatie nu alleen in de linker bovenhoek van de matrix. Als al die kleine waarden van de hogere harmonischen op nul worden gesteld, zal dat nauwelijks gevolgen hebben voor het verloop van het deeltje van het audio-signaal, dat in de matrix werd opgenomen.

11.1 Het principe van MP3

De quantisering van de DCT-matrix

Quantiseren komt er op neer dat grote getallen worden omgezet in kleinere getallen door de grote getallen te delen door een bepaalde factor. Kleine getallen worden door deze deling tot nul gereduceerd. Als men dus de DCT-coëfficiënten quantiseert, dan zullen er een heleboel nullen in de matrix ontstaan. Het invoeren van de quantisering op de DCT-matrix heeft echter wél tot gevolg dat het originele geluid niet meer exact herwonnen kan worden, maar deze vervorming is blijkbaar zo klein dat het menselijk gehoor er volledig ongevoelig voor is!

Het vormen van de seriële datastroom

Na het quantiseren van de DCT-coëfficiënten worden de gegevens zigzaggend uit de matrixen uitgelezen, zodat een seriële datastroom ontstaat. Het gevolg van deze zigzaggende uitlezing is dat er in de code vaak een heleboel nullen achter elkaar staan. Met dergelijke gegevens kunnen compressie-algoritmen wel overweg!

De run length codering

Een eerste stap bij het reduceren van al deze nullen is de zogenoemde "run length codering". Een data wordt voorgesteld door acht bits, onder de vorm van RRRR-SSSS. In de vier R-bits wordt het aantal data gecodeerd dat gelijk is aan nul en voor de te coderen data staat. In de S-bits wordt de waarde van de data binair gecodeerd. Dank zij deze codering worden de lange "000....."-stromen heel efficiënt gecodeerd in één byte, hetgeen een zeer grote data-reductie oplevert.

De entropie-codering via Huffmann

In de laatste stap van het MP3-algoritme worden de run length bytes onderworpen aan een zogenoemde "entropiecodering" volgens Huffmann.
Bij de Huffmanncodering wordt een seriële data-stroom beetje bij beetje onderzocht op het statistisch voorkomen van bepaalde codes. Codes die het vaakst aanwezig zijn worden nadien gecodeerd met slechts twee bits. Codes die iets minder vaak aanwezig zijn worden gecodeerd met drie bits, etc.
De code die het minst aanwezig is wordt gecodeerd met de langste binaire code die het algoritme toelaat. Uiteraard is het noodzakelijk dat per onderzocht deel van de data-stroom een "code-conversie" wordt genoteerd.
Dat kost natuurlijk extra bits, maar dit weegt niet op tegen de reductie in codering van de data-stroom.

Frequentie-begrenzing

De combinatie van alle beschreven technieken levert een data-reductie om met gemiddeld een factor 13. De "oude" Audio-CD data-stroom met zijn snelheid van 1,4 Mb/s kan dus gereduceerd worden tot gemiddeld 107 kb/s. Omdat echter de ingewikkelde signaalbewerkingen alleen terugberekend kunnen worden als er in de data-stroom ook nog eens allerlei conversiegegevens worden opgenomen, moet men in de praktijk rekenen met een gemiddelde datastroom van 125 kb/s.
Dit is echter nog veel te veel! Vandaar dat als laatste compressie-systeem een radicale frequentie-begrenzing van het audiosignaal is ingevoerd. MP3 levert in de allerhoogste kwaliteit met 125 kb/s een audio-bandbreedte van 20 Hz tot 20 kHz.
Door het frequentiebereik aan de hoge kant te beperken, kan men een laatste data-reductie tot stand brengen, maar uiteraard gaat dit wél ten koste van de geluidskwaliteit.

11.1 Het principe van MP3

Zes kwaliteitsstandaarden
De ontwerpers van MP3 hebben dan ook zes kwaliteitsstandaarden gespecificeerd, die ieder het geluidsspectrum slechts tot een bepaalde maximale frequentie doorlaten en die ieder een maximale bit-rate en een specifiek toepassingsgebied hebben:

- **"telephone sound":**
  mode: mono
  maximale frequentie: 2,5 kHz
  maximale bitrate: 8 kb/s (!)
  maximale data-compressie: 96/1 (!)
  toepassing: spraak in telefoon kwaliteit, in "real time" over het Internet te versturen en af te spelen
- **"better than shortwave":**
  mode: mono
  maximale frequentie: 4,5 kHz
  maximale bitrate: 16 kb/s
  maximale data-compressie: 48/1
  toepassing: muziek van slechte kwaliteit, maar nog zonder problemen "real time" via een goede Internet-verbinding te verwerken
- **"better than AM-radio":**
  mode: mono
  maximale frequentie: 7,5 kHz
  maximale bitrate: 32 kb/s
  maximale data-compressie: 24/1
  toepassing: geluid van betere kwaliteit, geschikt voor snelle volledig digitale Internet-verbindingen
- **"similar to FM-radio":**
  mode: stereo
  maximale frequentie: 11 kHz
  maximale bitrate: 64 kb/s
  maximale data-compressie: 26/1
  toepassing: snel downloaden van muziek-clip's, die een goede indruk geven van de muziek, maar waar geen hoge kwaliteitseisen aan worden gesteld
- **"near-CD":**
  mode: stereo
  maximale frequentie: 15 kHz
  maximale bitrate: 96 kb/s
  maximale data-compressie: 16/1
  toepassing: uitstekende muziekkwaliteit, in de toekomst geschikt voor het per Internet tegen betaling bestellen van muziek met CD-Audio kwaliteit
- **"CD":**
  mode: stereo
  maximale frequentie: >15 kHz
  maximale bitrate: 128 kb/s
  maximale data-compressie: 14/1
  toepassing: professionele audio-toepassingen, bijvoorbeeld geluid via ISDN versturen van een opname-locatie naar de studio.

11.1 Het principe van MP3

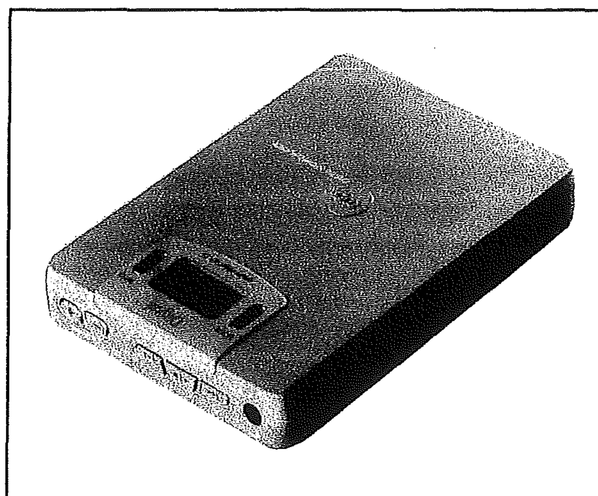
5/11.2

MP-Man, de draagbare MP3-speler

Inleiding

Draagbaar afspelen van MP3-files
MP3-files zijn in eerste instantie ontwikkeld voor het via data-communicatie kanalen verzenden van audio-gegevens. Een van de typische toepassingen is het Internet. Het zou natuurlijk zeer handig zijn als men de MP3-bestanden ook op de een of andere manier via en klein apparaatje kon beluisteren.
Door het Koreaanse bedrijf "Saehan Information Systems Inc." is voor dergelijke toepassingen een handige oplossing verzonnen: de MP-Man. Een klein kastje, groot 9 cm bij 7 cm bij 1,5 cm (zie figuur 5/11.2-1), waarin een volledig systeem is ondergebracht voor het opslaan en weergegeven van MP3-files. Het apparaatje is leverbaar in drie versies, namelijk met:
- 16 MB geheugen;
- 32 MB geheugen;
- 64 MB geheugen.

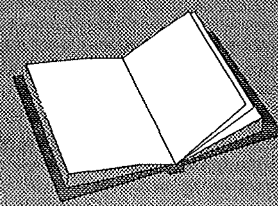
De laatste versie kost net iets onder de duizend gulden en kan, als men MP3-geluid in Audio-CD kwaliteit er in opbergt, een programma van iets meer dan een uur weergeven.
Neemt men genoegen met een kwaliteit die goed genoeg is voor het gesproken woord (better than AM-Radio), dan kan men in de 64 MB niet minder dan vijf uur tekst opnemen!



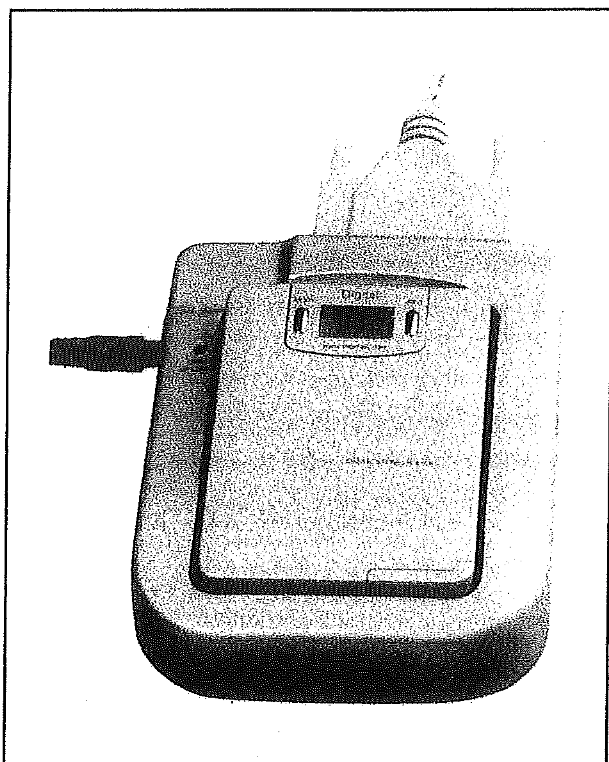
Figuur 5/11.2-1: De MP-Man, veel kleiner dan een portable CD-speler, maar met 64 MB geheugen aan boord!

De bediening
Het werken met de MP-Man is de eenvoud zelve. Via een zogenoemd "docking station" (zie figuur 5/11.2-2) kan men de MP-Man aansluiten op de parallelle poort

LEES OOK:
Hoofdstuk 3/20.11
Hoofdstuk 5/7.3
Hoofdstuk 5/8.1
Hoofdstuk 5/11.1
Hoofdstuk 5/17.2



van de computer. Via meegeleverde software kan men bestanden van de harde schijf naar de MP-Man kopiëren. Dat gaat even eenvoudig als werken met het bestandsbeheer van Windows 3.xx. Via hetzelfde "docking station" kan men de batterijen van de MP-Man opladen. Nadien haalt men het apparaatje uit het station en kan men de geladen audio-files via een hoofdtelefoontje beluisteren. Men kan de uitgang voor de hoofdtelefoon natuurlijk ook aansluiten op een audio-versterker en de opgeslagen gegevens via een muziekinstallatie afspelen. Via drie kleine drukknopjes kan men door de opgeslagen bestanden scrollen en een van de bestanden afspelen.



Figuur 5/11.2-2: De MP-Man in het "docking station", waarmee men de batterijen kan opladen en het apparaatje met een PC kan verbinden.

Men kan ook alle bestanden automatisch een na een laten afspelen of kiezen voor opties als "Shuffle Play" of "Rep Play".

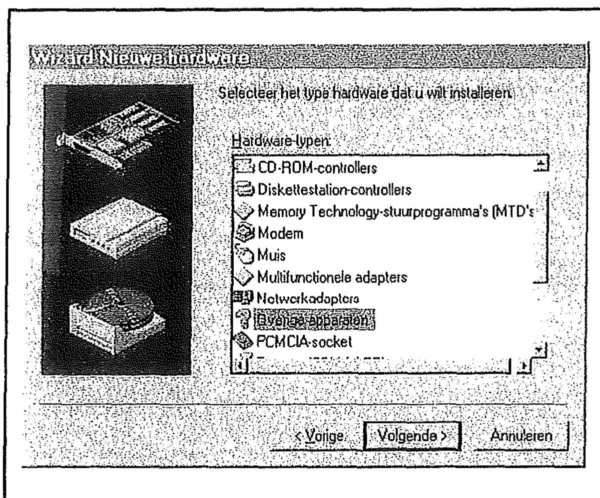
Andere toepassingen
Hoewel de hardware in de MP-Man specifiek ontwikkeld is voor het afspelen van MP3-files, kan men in het geheugen van het apparaatje natuurlijk gelijk welke gegevens opslaan. Het apparaat kan dus gebruikt worden voor het transporteren van maximaal 64 MB aan gegevens van de ene naar de andere computer. Het enige dat hiervoor nodig is, is de aanwezigheid van een vrije parallelle poort op beide systemen.
Bovendien moeten beide computers voorzien worden van de noodzakelijke software.

Het installeren van de software

Systeemeisen
De software die bij de MP-Man wordt geleverd stelt de onderstaande eisen aan het systeem:
- Windows 95;
- 16 MB RAM-geheugen;
- 10 MB vrije ruimte op de harde schijf;
- 486 processor of beter;
- CD-ROM drive.

De MP-Man driver
De MP-Man driver is noodzakelijk om de parallelle poort van het systeem geschikt te maken om gegevens van en naar de MP-Man te transporteren.
Tussen de MP-Man en het "docking station" zijn slechts vier verbindingen aanwezig, zodat de gegevens waarschijnlijk on-

der de vorm van een seriële datastroom via de parallelle poort worden verstuurd. Het installeren van de driver moet via de optie "Nieuwe hardware" in het "Configuratiescherm" van Windows 95. In het tweede scherm van de "Wizard Nieuwe Hardware" moet men absoluut de optie "Nee" aanvinken bij de vraag of Windows 95 de nieuwe hardware zélf moet detecteren. In het volgende scherm "Hardware Type" moet men de optie "Overige apparaten" aanklikken, zie figuur 5/11.2-3. In het venster "Fabrikant en type van nieuwe hardware" klikt men de knop "Diskette" aan en browst vervolgens naar de directory "ENGLISH Version/driver" op de bij het apparaat geleverde CD-ROM. De ene file die aanwezig is, "MPMAN.INF" wordt vervolgens geselecteerd. In het venster van de "Wizard Nieuwe Hardware" verschijnt vervolgens de keuze "MPMan Parallel Port Interface". Deze moet geïnstalleerd worden en nadien moet het systeem opnieuw opgestart worden.



Figuur 5/11.2-3: Het installeren van de parallelle driver voor de MP-Man.

Het installeren van de software

Na het installeren van de driver kan men de software installeren. Dit gaat op de gebruikelijke Windows 95 manier door via de optie "Uitvoeren" van het "Start"-menu de file "USMPMAN.EXE" uit de "ENGLISH Version" directory van de CD-ROM op te starten.

Het laden van de MP-Man

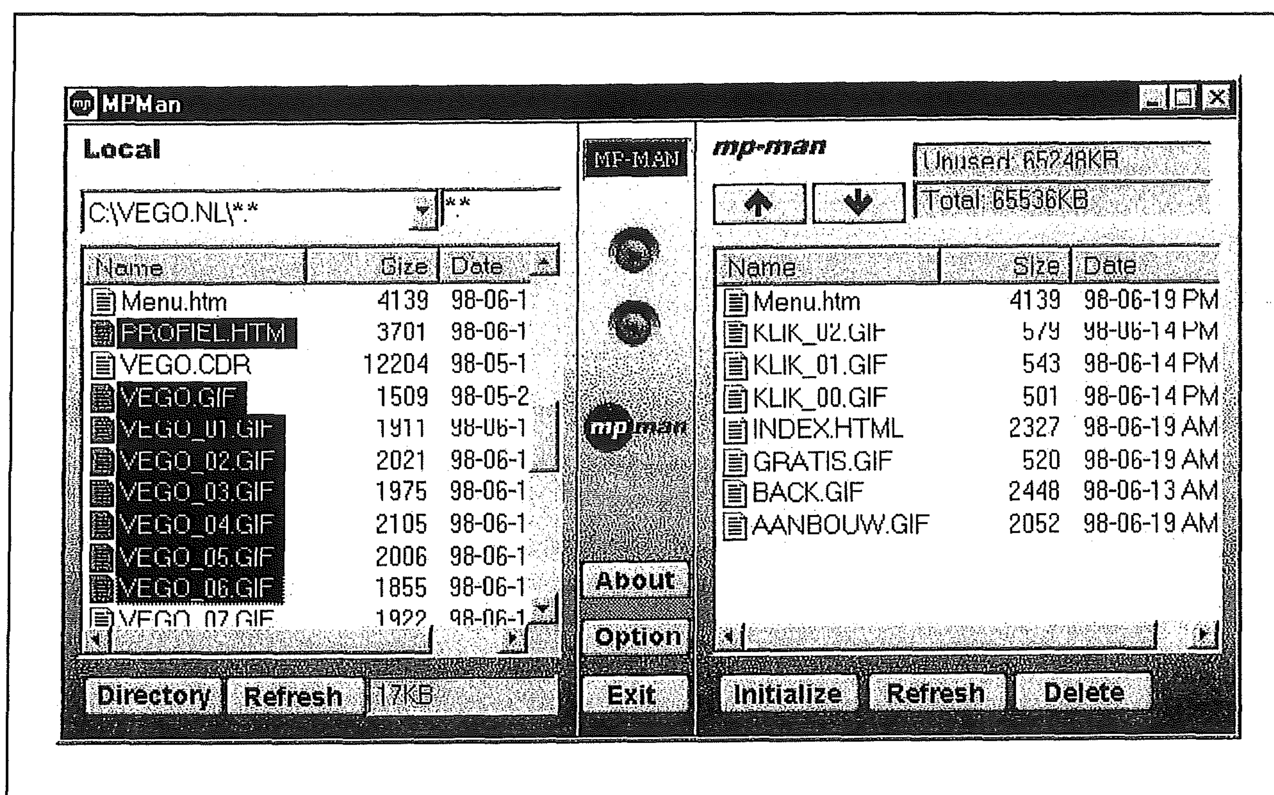
MP-Man manager

Het transporteren van files tussen de harde schijf en het geheugen van de MP-Man gebeurt via het kleine programma "MPMan Manager", waarvan het bedieningsscherm in figuur 5/11.2-4 is getekend.
Bij het voor het eerst opstarten van dit programma verschijnt nog even een venstertje in beeld, waarmee men de parallelle poort kan selecteren waarop men de MP-Man heeft aangesloten.
Het werkscherm bestaat uit twee vensters, waarvan het linker het "locale" venster is en het rechter het "MP-Man" venster. In het locale venster kan men bestanden op de harde schijf aanklikken.
In het midden van het scherm staan twee knopjes, met pijltjes naar links en naar rechts. Met deze knoppen kan men de aangeklikte bestanden ofwel naar het geheugen van de MP-Man verplaatsen ofwel van dit geheugen copiëren naar de harde schijf.
Het copiëren van bestanden gaat met een gemiddelde snelheid van 4 MB per minuut, zodat het volledig vol schrijven van de 64 MB geheugen van de MP-Man ongeveer een kwartiertje duurt.

De functie van de knoppen

Het werkscherm van de "MP-Man Manager" bevat een groot aantal knoppen, waarvan de functie nu in het kort wordt verduidelijkt.

11.2 MP-Man, de draagbare MP3-speler



Figuur 5/11.2-4: Het werkvenster van de "MP-Man Manager".

- Directory:
  Met deze knop kan men een nieuwe directory op de harde schijf aanmaken, op dezelfde manier als bij de "Explorer" van Windows 95.
- Refresh
  Met deze twee knoppen kan men de informatie in de twee vensters verversen, met andere woorden, het programma leest de inhoud van de directory die in beeld is en van het geheugen van de MP-Man opnieuw uit en zet de nieuwe gegevens in de vensters.
- Initialize
  Na het aanklikken van deze knop wordt het geheugen van de MP-Man geïnitialiseerd, met als gevolg dat alle opgeslagen gegevens verloren gaan.
- Delete
  Met deze knop kan men geselecteerde bestanden in het geheugen van de MP-Man wissen.
- Option
  Geeft de mogelijkheid een andere parallelle poort te selecteren.
- Knoppen met pijl naar boven en naar onder
  Met deze knoppen kan men de afspeelvolgorde van de MP3-files, die in het geheugen van de MP-Man aanwezig zijn, aanpassen. Met selecteert een MP3-bestand en klikt op deze knoppen.
  Na iedere klik zal de betreffende file één "track" naar boven of naar onder verplaatst worden.

11.2 MP-Man, de draagbare MP3-speler

Het werken met de MP-Man

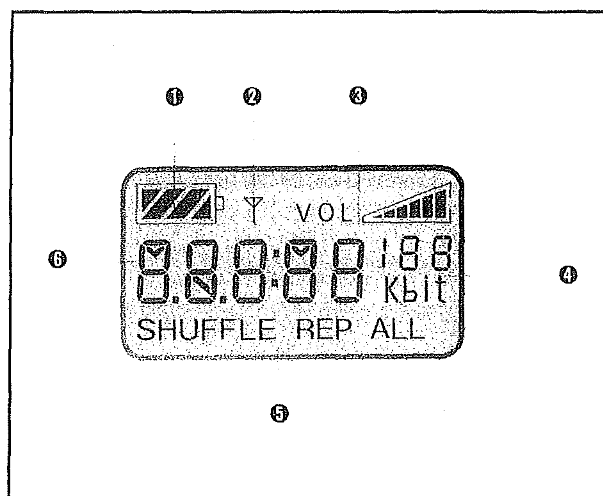
Inleiding

Hoe men de MP-Man als transportabel opslagmedium voor 64 MB aan bestanden kan gebruiken is reeds beschreven. Waar het hier om gaat is de bediening van het apparaatje als men er alleen MP3-bestanden in heeft opgeslagen en men deze ten gehore wil brengen. Uit de foto van figuur 5/11.2-1 kan men afleiden dat het apparaatje in totaal zeven bedieningsknopjes heeft en een klein display.

Het display

Alle gegevens, die in het display weergegeven kunnen worden, zijn samengevat in figuur 5/11.2-5.

- Veld 1:
  Geeft een indicatie van de laadtoestand van de ingebouwde batterijen. Het pictogrammetje van de batterij is in vier segmenten verdeeld, hoe meer segmenten oplichten, hoe meer geladen de batterijen zijn.
- Veld 2:
  Dit "Data transmission"-symbool licht op als er gegevens naar het geheugen worden geschreven of gegevens uit het geheugen worden onttrokken.
- Veld 3:
  Geeft een indicatie van het ingestelde geluidsvolume. Hiervoor staat immers geen normale potentiometer ter beschikking, maar twee drukknopjes, zodat men niet aan de stand van een knop kan zien hoe hard het geluid zal klinken.
- Veld 4:
  Geeft de bit-rate weer van het geluid dat wordt afgespeeld en indirect dus ook een indicatie van de kwaliteitsklasse van het PM3-bestand.
- Veld 5:
  Deze "Mode"-indicator geeft aan welke modus men heeft ingesteld.
- Veld 6:
  Geeft aan welke file wordt afgespeeld, de speelduur van een file, de nog te spelen tijd, etc.



Figuur 5/11.2-5: Het display van de MP-Man.

De knoppen "Play", "Fast Forward" en "Backward"

Deze drie drukknopjes staan op de smalle bovenzijde van het apparaatje. Een keer drukken op "Play" schakelt het apparaat in, een tweede keer drukken start het afspelen van de opgeslagen MP3-files. Met "Fast Forward" en "Backward" kan men snel door de opgeslagen MP3-bestanden browsen.

De twee "Volume"-knoppen

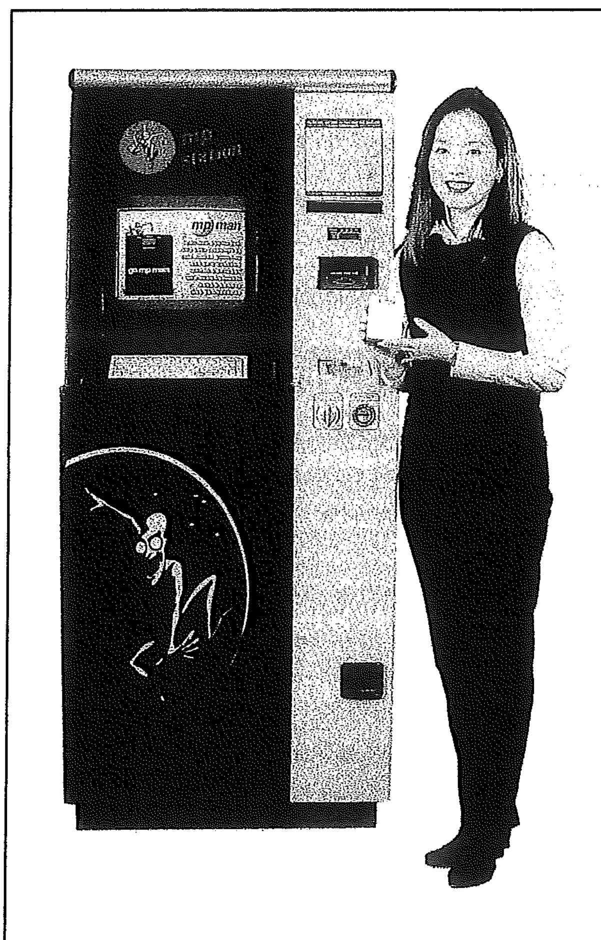
Met deze knoppen kan men het volume van het uitgangssignaal instellen.

De "Mode"-knop
Deze knop staat links van het display en stelt vier zogenoemde "Modes" in:
- REP:
  herhaalt het geselecteerde bestand eindeloos.
- REP ALL:
  speelt alle bestanden eindeloos af.
- SHUFFLE:
  speelt alle MP3-bestanden één maal in een willekeurige volgorde.
- SHUFFLE REP:
  speelt alle bestanden in een eindeloze lus in willekeurige volgorde af.

De knop "INFO"
Deze knop die rechts naast het display staat, bepaalt het soort informatie dat in het display wordt weergegeven:
- aanwezig geheugen (in MB);
- vrij geheugen (in MB);
- speelduur van de MP3-file.

De "MBB"-schakelaar
Deze bevindt zich op de linker zijwand van het apparaatje en beïnvloedt de weergave van de lage frequenties:
- MAX:
  maximale versterking van de lage tonen;
- MIN:
  minimale versterking van de lage tonen;
- NORM:
  normale versterking van de lage tonen.

De "HOLD"-schakelaar
Ook deze schakelaar staat op de linker zijwand en deze schakelt de functie van alle overige knoppen uit. Het grote voordeel hiervan is dat niet per ongeluk een andere functie wordt ingesteld, doordat een van de knoppen per ongeluk wordt ingedrukt als men de MP-Man in de zak heeft gestoken.



Figuur 5/11.2-6: Een "MP Station", waarmee men de eigen MP-Man met muziek kan laden.

MP Stations

MP3 laden via ISDN
De grote vraag is natuurlijk waar men MP3-bestanden vandaan haalt. In eerste instantie uiteraard van het Internet. Wie in een zoek-robot de zoekterm "MP3" invult, kan kiezen uit honderden sites die, al dan niet op een serieuze manier, audiobestanden in MP3-formaat aanbieden.

11.2 MP-Man, de draagbare MP3-speler

In het thuisland van de MP-Man, Korea, heeft men echter "MP Stations" ontwikkeld. Grote kasten, zie figuur 5/11.2-6, die op openbare plaatsen worden opgesteld en waarmee men MP3-files in de eigen MP-Man kan laden.
De machine is via een ISDN-lijn met een server verbonden, waarop duizenden songs in MP3-formaat ter beschikking staan. Na het voeden van het apparaat met wat munten krijgt men toegang tot het apparaat en kan men via een menu soorten muziek selecteren en nadien de songs die men graag wil horen. De MP-Man wordt in het "docking station" van het "MP Station" geklikt en de data worden razend snel geladen in het geheugen.

Toekomstmuziek voor Europa?
Of de MP-Man in Europa zo populair gaat worden als in het gadget-beluste Korea is uiteraard de vraag. Of er ooit "MP Stations" in het Nederlandse straatbeeld verschijnen is een nog veel grotere vraag.
In ieder geval heeft de fabrikant, "Saehan Information Systems Inc.", de MP-Man met het nodige vertoon geïntroduceerd op de Cebit Home '98 beurs in Duitsland. Het toonaangevende Amerikaanse computertijdschrift "Byte" heeft de MP-Man uitgeroepen tot multimedia-hardware van het jaar 1998.
In ieder geval lijkt het verstandig dat Nederlandse muziek-uitgeverijen ook op dit gebied actief gaan worden!

11.2 MP-Man, de draagbare MP3-speler

5/11.3

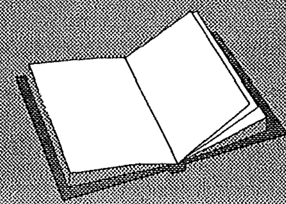
WorldSpace, MP3 via de satelliet

Een droom wordt realiteit

Wereldwijde radio!
Toegegeven, wereldwijde radio bestaat natuurlijk al lang. Al tientallen jaren lang speuren radio-amateurs de ether af op zoek naar verre radio-zenders. Ontvangst van zenders uit Afrika of Azië is, onder gunstige klimatologische omstandigheden, in Nederland mogelijk. De kwaliteit van dergelijke ontvangst is echter alles behalve optimaal. Gepiep van spiegelfrequente zenders, gekraak van atmosferische storingen en drop-out's zijn aan de orde van de dag. Het zou natuurlijk fantastisch zijn als wereldwijde radio in Audio-CD kwaliteit mogelijk was.
De in Afrika geboren (belangrijk detail) en nu in Amerika woonachtige Noah A. Samara stichtte in 1990 de onderneming "WorldSpace". Doel van deze onderneming is in eerste instantie wereldwijde radio-ontvangst in optimale kwaliteit waarborgen en in tweede instantie gebieden, die op dit moment niet eens over stromend water en/of elektriciteit beschikken, op een goedkope manier toegang bieden tot alle gesproken informatie, die er in de wereld voorradig is. De tweede doelstelling van deze onderneming heeft uiteraard alles te maken met het feit dat de bedenker van deze droom in Afrika geboren en opgegroeid is en de slechte voorzieningen in dat deel van de wereld aan den lijve heeft ervaren. Met "WorldSpace" wil de oprichter er toe bijdragen de schijnbaar onoverbrugbare en steeds breder wordende kloof tussen de geïndustrialiseerde wereld en de derde wereld te overbruggen dan wel te dempen.

De opzet van "WorldSpace"
"WorldSpace" wil, met behulp van drie geo-stationaire satellieten, in totaal 200 digitale radio-zenders wereldwijd beschikbaar stellen. Iedere kanaal wordt gecodeerd in MP3 en de kanalen moeten met behulp van goedkope draagbare "radio's" overal ter wereld te ontvangen zijn. "Radio's" tussen aanhalingstekens, want de apparaten zullen alleen qua uiterlijk lijken op de bekende analoge radio's die de traditionele AM en FM zendtechnieken kunnen ontvangen. Intern bevatten deze apparaten de meest complexe up-to-date

LEES OOK:
Hoofdstuk 5/11.1
Hoofdstuk 5/11.2



technologieën van de moderne digitale elektronica.
Via de 200 kanalen zal niet alleen muziek uitgezonden worden, maar ook nieuws, globale en regionale politiek, religie, informatieve en educatieve programma's.
Bij de samenstelling van de programma's zal er rekening mee gehouden worden dat het "WorldSpace"-netwerk een potentieel bereik heeft van niet minder dan 4,6 miljard luisteraars.

Dromen van een idealist?
Wie het bovenstaande leest komt snel in de verleiding om te denken dat het hier gaat om het zoveelste plan van een idealist, dat wel nooit verwezenlijkt zal worden. Het zou echter onverstandig zijn het "WorldSpace"-idee op te bergen bij alle andere utopische plannen. Samara is er in geslaagd het noodzakelijke kapitaal van ongeveer één miljard dollar in acht jaar bij elkaar te scharrelen en dat voornamelijk van particuliere beleggers, die in het plan geloven. In oktober 1998 zal de eerste van de drie "WorldSpace"-satellieten, "AfriStar", met een Franse Ariane-raket in een baan rond de aarde worden gebracht. De twee overige satellieten worden in januari ("AsiaStar") en juni ("AmeriStar") van 1999 gelanceerd.
In januari 1999 wordt begonnen met de grootschalige productie van de "WorldSpace"-ontvangers.
Diverse IC-fabrikanten zijn op dit moment (zomer 1998) bezig met de productie-voorbereidingen voor de noodzakelijke hoog-geïntegreerde speciale IC's. Het is de bedoeling per jaar minstens 1.000.000 IC's op de markt te brengen, zodat apparatuur-bouwers die plannen hebben om een "WorldSpace"-graantje mee te pikken in ieder geval niet stuiten op een gebrek aan basis-IC's.

Het "WorldSpace"-consortium
Dat "WorldSpace" alles behalve een utopische droom is, blijkt des te meer uit het lijstje van fabrikanten, die op de een of andere manier aan de realisering van het netwerk zullen bijdragen. Er is een "WorldSpace"-consortium opgericht, dat uiteraard een logo kreeg, zie figuur 5/11.3-1.



Figuur 5/11.3-1: Het logo van het "WorldSpace"-consortium.

De onderstaande firma's, bepaald geen kleine jongens, zijn lid van het "WorldSpace"-consortium:
- Alcatel:
  Ontwerpt de satellieten, de grondstations, de links tussen de stations en het "Business Control System".
- Arianespace:
  Is verantwoordelijk voor de lancering en het in hun baan brengen van de drie satellieten.
- Fraunhofer Institut:
  Heeft het MP3-algoritme ontworpen en is verantwoordelijk voor de design van de MP3-decompressie chip's (STARMAN) die in de ontvangers worden toegepast. Levert bovendien algemene research-support voor het gehele "WorldSpace"-systeem.
- Hitachi:
  Ontwerpt en produceert de "WorldSpace"-ontvangers.

11.3 WorldSpace, MP3 via de satelliet

- Micronas Intermetall:
  Produceert de "STARMAN"-chip's voor het omzetten van de MP3-stream in analoge audio.
- Matra Marconi Space:
  Is verantwoordelijk voor het testen van alle elektronische systemen in de drie satellieten. Ontwerpt het algemene "Satellite Control Centre".
- Panasonic:
  Ontwerpt en produceert de "World-Space"-ontvangers.
- Rohde&Schwarz:
  Wordt ingeschakeld voor het produceren van speciale test-apparatuur voor de "WorldSpace"-ontvangers.
- Sanyo:
  Ontwerpt en produceert de "World-Space"-ontvangers.
- SGS-Thomson:
  Tweede fabrikant van de speciale "STARMAN"-chip's.
- TIW Systems:
  Ontwerpt en produceert de telemetrie-instrumenten voor het in hun baan stabiliseren van de drie satellieten.
- Victor JVC:
  Ontwerpt en produceert de "World-Space"-ontvangers.

De technologie

Het principe

De technologie die wordt gebruikt voor het realiseren van het "WorldSpace"-netwerk is in feite de eenvoud zelve. Met een grondstation worden locale radio-programma's ontvangen en omgezet in MP3-bitstreams. Deze worden via een kleine parabool-antenne doorgestraald naar een van de drie "WorldSpace"-satellieten. Deze zendt de signalen enerzijds terug naar de aarde en anderzijds naar haar twee collega-satellieten. Op deze manier kan zelfs de allerlocaalste radio-zender een wereldwijde dekking krijgen, want de drie satellieten bestrijken het grootste deel van onze planeet, met als voornaamste aandachtgebieden Afrika, het Midden-Oosten, Azië, het Middellandse Zee gebied, Latijns Amerika en het Caraïbisch gebied.

Voordelen voor de radio-stations

Voor de plaatselijke radio-stations in de derde wereld biedt het "WorldSpace"-netwerk uiteraard tal van voordelen. Er is géén uitgebreide infrastructuur noodzakelijk, met de daarbij horende grote investeringen, om de uitzendingen over een groot gebied toegankelijk te maken.

De satellieten

Zoals reeds geschreven zal het "WorldSpace"-netwerk opgebouwd worden rondom drie satellieten die in een geo-stationaire baan met de aarde meedraaien: "AfriStar", "AmeriStar" en "AsiaStar". De voornaamste technische specificaties van deze satellieten zijn samengevat in de tabel van figuur 5/11.3-2.
De "footprint" van de "AsiaStar" bestraalt geheel Azië, met uitzondering van Australië. De "CaribStar" verzorgt Latijns Amerika tot en met Mexico, maar sluit Noord-Amerika en Canada uit. De "AfriStar" bedient geheel Afrika, het Midden-Oosten en overlapt de "AsiaStar" in India.
De satellieten zenden uit in de L-band (1,467 GHz tot 1,492 GHz) en de diverse kanalen worden via een Time Division Multiplex (TDM) gemultiplexed.

De "STARMAN"-chip's

De productie van de speciale chip-set's die in de ontvangers ingebouwd zullen wor-

11.3 WorldSpace, MP3 via de satelliet

den is in handen van de twee grote Duitse IC-fabrikanten Intermetall en SGS-Thomson.

Description	Specification
Dry Mass	947 kg
Launch Mass with ARIANE 4 booster	2785 kg
Power	5550 W Solar Array, 2x108 AH NiH Batteries
Operation	Sun and Eclipse
Dimensions	2.6m x 1.8m x 2.3m
Beam Pointing error	0.1 degrees (including platform and antenna)
Orbital Locations	AfriStar . AmeriStar . AsiaStar
	21 East .. 95 West .. 105 East
Uplink Coverage	Global
Downlink Coverage	3 spot beams for each satellite
Uplink Frequency Band	7025 - 7075 MHz
Downlink Frequency Band	1452 - 1492 MHz
TCR	on station: within the communications frequency bands
G/T	-12.6 dB/K over the global beam
EIRP	48.8 dBW

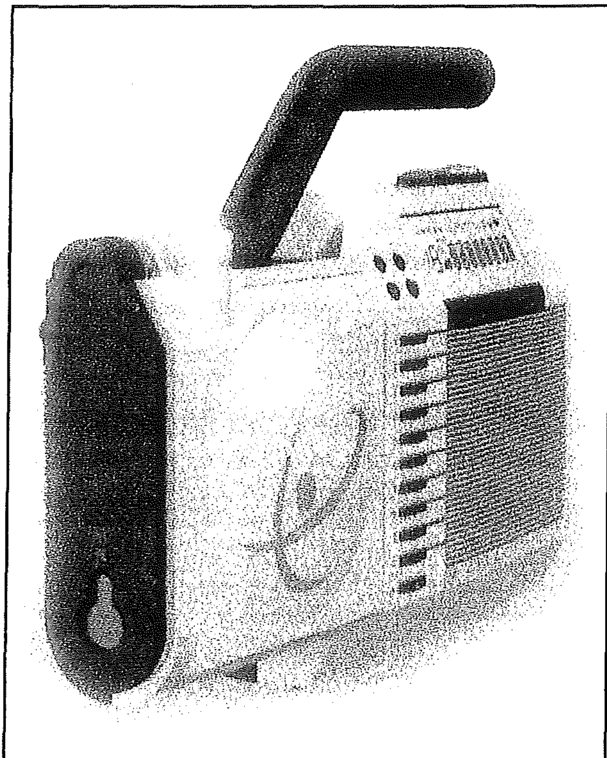
Figuur 5/11.3-2: De voornaamste specificaties van de drie "WorldSpace"-satellieten.

De volledige set bestaat uit twee LSI-IC's en een L-band tuner, die uit beproefde analoge HF-componenten is samengesteld. De twee chip's van Intermetall hebben als codering DRD3515A en MAS3506D en zijn gebaseerd op een van de bestaande DSP's (Digital Signal Processor) van deze fabrikant.
De L-band tuner wordt afgestemd op de draaggolf van de satelliet en het L-band signaal wordt middel mengtechnieken in frequentie gereduceerd tot 1,8 MHz. Dit signaal wordt in een zeer snelle analoog naar digitaal omzetter omgezet in een digitale stroom. De DRD3515A voert in eerste instantie de QPSK-demodulatie uit (Quadrature Phase Shift Keying), waarbij draaggolf en fase hersteld worden. Nadien volgt de TDM-demultiplexing van de kanalen. Vervolgens wordt op de signalen een foutcorrectie toegepast, waarbij gebruik wordt gemaakt van de algoritmen die door Viterbi, Reed en Solomon ontwikkeld zijn. De audio-gegevens worden nu gesplitst van de besturings- en coderingsignalen, waarbij deze laatsten te beschikking staan voor besturingsdoeleinden, bijvoorbeeld via een PC. De datastream van het geselecteerde kanaal wordt vervolgens aan de MAS3506D aangeboden.
Dit IC voert de ingewikkelde reconstructie uit van MP3-codering naar lineaire audiocodering (nog steeds digitaal). Het lineaire signaal wordt dan teruggevoerd naar de DRD3515A en wordt hier met twee digitaal naar analoog omzetters omgezet in analoge audio. De chip bevat twee versterkertjes voor het aansturen van een stereo hoofdtelefoon en een mono eindversterkertje met een maximaal vermogen van 140 mW voor het aansturen van een luidsprekertje. De twee chip's zijn onderling verbonden via de door Philips ontwikkelde I^2C-bus en worden gevoed uit een spanning van 3 V. Beide chip zijn uitgevoerd in een 0,35 µm CMOS-technologie en worden gefabriceerd op 8" wafers.

De "WorldSpace"-ontvangers
Vier Aziatische firma's, Hitachi, Panasonis, Sanyo en JVC, hebben met de "WorldSpace"-organisatie licenties afgesloten voor de productie van de speciale "WorldSpace"-ontvangers, die noodzakelijk zijn voor de ontvangst van de satellietsignalen en het omzetten van de MP3-stream in hoorbare analoge audio. De plannen gaan er van uit dat er in het jaar 2001 acht miljoen ontvangers over de toonbank zijn

11.3 WorldSpace, MP3 via de satelliet

gegaan. Daarbij wordt gedacht aan verkoop via plaatselijke radio-stations en zelfs supermarkt-ketens. De prijs voor een "WorldSpace"-ontvanger zal in eerste instantie ongeveer US Dollar 250,00 bedragen, maar zal vrij snel tot onder de honderd Dollar zakken. Voor scholen en soortgelijke instellingen in de derde wereld zijn goedkopere ontvangers in de maak, die alleen die kanalen kunnen ontvangen die educatieve programma's uitzenden. In figuur 5/11.3-3 wordt een impressie gegeven van een proto-type van een "WorldSpace"-ontvanger. De antenne is ingebouwd in het kleine handvat. Om het apparaat zo goedkoop mogelijk te maken vindt de bediening volledig plaats via drukknopjes.



Figuur 5/11.3-3: Een proto-type van een "WorldSpace"-ontvanger.

De eerste ontvangers zullen medio 1999 in Afrika te koop worden aangeboden. Op het eind van dat jaar moeten luisteraars in het gehele verzorgingsgebied van het "WorldSpace"-netwerk in staat zijn de ontvangers te kopen. Verkoop in Noord-Amerika en Europa is niet gepland, maar het zal te verwachten zijn dat via allerlei kanalen (Internet!) de apparaten ook hier op de markt zullen verschijnen of in ieder geval via postorder te koop zullen zijn. Men moet er echter wél rekening mee houden dat het grootste deel van Noord- en Centraal-Europa niet door de footprints van de satellieten bediend wordt!

De programma's

Inleiding

Zoals reeds geschreven zal het "WorldSpace"-netwerk tweehonderd kanalen aan de luisteraar ter beschikking stellen. Het zal duidelijk zijn dat de verdeling van deze kanalen een groot probleem is, waar heel wat commerciële, politieke en ideële belangen met elkaar botsen. Immers, het netwerk is opgezet om de bewoners van de niet-geïndustrialiseerde wereld toegang te geven tot alle gesproken informatie die de bewoners van de geïndustrialiseerde wereld dagelijks ter beschikking staat. De initiatiefnemers nemen dan ook de term "digital talk radio" in de mond. Een mooi ideëel doel! Maar anderzijds moeten de investeringen van ongeveer een miljard dollar op de een of andere manier terug verdiend worden. Bovendien zullen de geldschieters winst eisen. Dat kan alleen maar door kanalen te verhuren aan commerciële zenders en door advertentie-minuten te verkopen. De kans is dus groot dat dit technisch meesterwerkje binnen de kortste keren volle-

dig ten dienste van de internationale commercie zal staan.
Hoe dan ook, wat betreft indeling van de twee honderd kanalen heeft het concern grootse plannen!

Deelnemende stations
"WorldSpace" beweert op dit moment waterdichte afspraken te hebben gemaakt met diverse internationaal bekende zenders. Op de eigen Internet-site is de organisatie echter karig met het noemen van namen. Verder dan:
- Bloomberg Radio;
- Radio Nederland Wereldomroep;
- the Kenya Broadcasting Corporation;
- the National Broadcasting Authority of Ghana;
- New Sky Media of Korea;
- Radio Caneda Naçional (Colombia);

komt men niet.
Geruchten doen de ronde dat de grote Noord-Amerikaanse media-concerns, die in feite (helaas) een groot deel van de nieuwsvoorziening in de wereld monopoliseren, een afwachtende houding aannemen en in feite op elkaars reactie zitten te wachten.

Verhuur-systeem
"WorldSpace" zal in eerste instantie kanalen verhuren, maar het is ook mogelijk zendtijd te huren.
Eén kanaal heeft een bit-rate van 16 kbit/s, de zogenoemde basic-rate, en is dus in staat MP3-audio in "better than shortwave"-kwaliteit uit te zenden. Volgens de initiatiefnemers van "WorldSpace" biedt deze stream uitstekende kwaliteit voor het gesproken woord. Huurders kunnen echter meer dan één kanaal afhuren, waardoor het mogelijk wordt streams te combineren en bit-rates van 32, 64, 96 of 112 kbit/s uit te zenden.

Soorten muziek
Het "WorldSpace"-netwerk zal de onderstaande soorten muziek gaan verzorgen:
- Current Popular Music:
  Actuele populaire muziek uit alle landen van de wereld.
- Contemporary World Dance:
  Dans- en rhythm-muziek uit diverse culturen.
- International Jazz:
  Klassieke en moderne jazz uit alle delen van de wereld.
- European Classical:
  Klassieke muziek van Europese origine, uitgevoerd door wereldbekende orkesten onder leiding van even bekende dirigenten.
- Country:
  Typisch Amerikaanse muziek, die nu wereldwijd te ontvangen is.
- R&B/Urban/Soul:
  Alweer typisch Amerikaanse muziek, die in Afrika en Latijns Amerika aan populariteit schijnt te winnen.
- Blues:
  Traditionele blues en regionale varianten.

"WorldSpace" en nieuws
Het is de bedoeling heel veel aandacht te besteden aan nieuwsuitzendingen. Deze zullen zowel internationaal gericht zijn als zeer beperkt lokaal. Naast kanalen die het nieuws op een tamelijk oppervlakkige manier behandelen zullen er ook kanalen verschijnen die gespecialiseerd zijn in het geven van achtergrond-informatie over de gebeurtenissen in de wereld.
Het zal duidelijk zijn dat deze plannen van "WorldSpace" een heleboel politiek vuurwerk kunnen opleveren. Nieuws en zeker achtergrond-informatie daarover is immers nooit ofte nimmer objectief, maar altijd subjectief! Dat, samen met het feit

dat geen enkel regime ter wereld of geen enkele dictator in staat is haar of zijn onderdanen te verhinderen af te stemmen op een van de satellieten van het World-Space-netwerk, kan grote politieke gevolgen hebben. De initiatiefnemers beseffen deze problemen niet, of wat veel aannemelijker is, beseffen deze problemen maar al te goed, maar negeren ze. In ieder geval wordt er op de eigen Internet-site met geen woord over gerept.

11.3 WorldSpace, MP3 via de satelliet